

# 微小粒子状物質の国内における排出抑制策の在り方について

## 中間取りまとめ

平成27年3月

中央環境審議会大気・騒音振動部会

微小粒子状物質等専門委員会

## 目 次

I	はじめに.....	1
II	背景.....	1
	1. 微小粒子状物質 (PM <sub>2.5</sub> ) の特性 .....	1
	2. 大気環境濃度の状況.....	2
III	微小粒子状物質 (PM <sub>2.5</sub> ) 対策の在り方.....	2
	1. 国内発生源及び越境汚染の寄与割合.....	2
	1. 1 国内発生源の寄与割合.....	2
	(1) 発生源別寄与割合の推計例.....	2
	(2) 都市部における感度解析結果の例.....	3
	(3) その他の知見.....	4
	1. 2 越境汚染の寄与割合.....	4
	(1) 年平均濃度への寄与割合の推計例.....	4
	(2) 高濃度日への寄与割合への推計例.....	4
	2. 既存の施策の評価と排出抑制策の在り方.....	4
	2. 1 概要.....	4
	2. 2 各種発生源に対するこれまでの取組と国内における対策の在り方.....	5
	(1) 固定発生源.....	5
	(2) 移動発生源.....	9
	(3) その他.....	11
IV	今後の検討課題.....	11

### 別添資料

参考 中央環境審議会 大気・騒音振動部会 微小粒子状物質等専門委員会 委員名簿

## I はじめに

我が国の大気環境は、大気汚染防止法（以下「大防法」という。）並びに自動車から排出される窒素酸化物及び粒子状物質の特定地域における総量の削減等に関する特別措置法（自動車 NO<sub>x</sub>・PM 法）等に基づく諸般の対策を推進してきた結果、二酸化硫黄（SO<sub>2</sub>）、二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）、浮遊粒子状物質（SPM）等による大気汚染は大きく改善されてきている。

一方で、平成 21 年 9 月に大気環境基準が設定された微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）については、年平均濃度が概ね減少傾向にあるものの、環境基準の達成率は平成 24 年度において、一般環境大気測定局で 43%、自動車排出ガス測定局で 33%と低い状況にある。PM<sub>2.5</sub>は、原因物質と発生源が多岐にわたり、生成機構も複雑でその解明が不十分であることから、対策に必要な科学的知見の充実が求められている。また、越境大気汚染による影響も指摘されており、平成 25 年 1 月に中国において PM<sub>2.5</sub>による深刻な大気汚染が発生し、我が国でも一時的に濃度の上昇が観測されたことを契機として、国民の関心が高まっている。

また、光化学オキシダントは、窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）や揮発性有機化合物（VOC）が前駆物質となって生成するなど、PM<sub>2.5</sub>と共通する課題が多い。これまで、これらの前駆物質の排出抑制対策の取組が進められており、高濃度域の光化学オキシダントの改善が示唆されているものの、環境基準達成率は 1%に満たない状況にある。

これらの課題に対応し、今後適切な対策を進めていく必要があることから、PM<sub>2.5</sub>の現象解明やこれまでの施策に関する検討を進め、光化学オキシダント対策と共通する課題が多いことにも留意しつつ、PM<sub>2.5</sub>の国内における当面の排出抑制策の在り方について、以下のとおり中間取りまとめを行った。

## II 背景

### 1. 微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）の特性

PM<sub>2.5</sub>等の粒子状物質は、硫酸塩、硝酸塩、炭素成分、金属成分、土壌成分等から構成される混合物であり、その発生機構により一次生成粒子と二次生成粒子に分類される。

一次生成粒子は、発生源から直接大気中へ粒子として排出されるものであり、物の破碎や研磨等による細粒化や物の燃焼等に伴って排出される人為起源のものと、土砂の巻き上げ等による自然起源のものがある。

物の破碎や研磨等によって発生したものや自然起源のものは主に粗大粒子領域に分布しており、物の燃焼に伴って排出されたものは主に微小粒子領域に分布している。

二次生成粒子は、硫黄酸化物（SO<sub>x</sub>）、窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）、塩酸（HCl）及び揮発性有機酸化物（VOC）、アンモニア（NH<sub>3</sub>）等のガス状大気汚染物質が、主として環境大気中での

光化学反応や中和反応などにより蒸気圧の低い物質に変化し、粒子化したものである。

二次生成粒子についても、前駆物質が人為起源のもの（燃焼等に伴う VOC、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、HCl など）と、自然起源のもの（植物からのイソプレンやテルペン類の発生など）がある。

## 2. 大気環境濃度の状況

近年、二酸化硫黄（SO<sub>2</sub>）、二酸化窒素（NO<sub>2</sub>）については、環境基準はほぼ達成されている。

浮遊粒子状物質（SPM）は、黄砂の影響等により平成 23 年度の環境基準達成率は約 7 割であったものの、年平均濃度は低減傾向を維持しており、平成 24 年度は環境基準をほぼ達成している。

PM<sub>2.5</sub>の年平均濃度は概ね減少傾向にあるが、平成 24 年度の環境基準達成率は、一般局で 135 局（43.3%）、自排局で 41 局（33.3%）となっており、全国的にみた場合、西日本の府県における環境基準達成率が低い。年平均値が 15 μg/m<sup>3</sup>を超える測定局は、首都圏、中部圏、近畿圏、瀬戸内海沿岸、九州等に分布している。（別添 1 参照）

微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）の測定局数は、平成 26 年度末に約 1000 局となる見込みであり、1300 局を目標にさらに監視体制の整備に努めている。

光化学オキシダントについては、昼間の日最高 1 時間値の年平均値の漸増傾向や注意報発令地域の広域化が見られ、また、環境基準達成率（1 時間値の年間最高値が 0.06ppm を超えない測定局数の割合）は 1% 以下の水準にとどまっている。

一方、光化学オキシダントの環境改善効果を適切に示すために本専門委員会が提言した新指標（日最高 8 時間平均値の年間 99 パーセンタイル値の 3 年平均値）によれば、関東地域、東海地域、阪神地域等において、近年、域内最高値が低下しており、高濃度域の光化学オキシダントの改善が示唆されている。（別添 1 参照）

## Ⅲ 微小粒子状物質（PM<sub>2.5</sub>）対策の在り方

### 1. 国内発生源及び越境汚染の寄与割合

#### 1. 1 国内発生源の寄与割合

##### （1）発生源別寄与割合の推計例

PM<sub>2.5</sub>の原因物質と発生源を明らかにし、その寄与割合を推定することは、削減対策を検討する上で重要な知見となる。PM<sub>2.5</sub>の成分分析結果やレセプターモデル、シミュレーションモデル等を活用して、発生源寄与割合が推計されている事例がある。

ただし、これらの発生源別寄与割合の推計は、発生源の分類が統一されていないこ

と、使用する排出インベントリ情報やモデルの精度が不十分であることなどから、数値を比較し、定量的に評価することが難しい点に留意が必要である。

「東京都微小粒子状物質検討会報告書」では、東京都の大気環境中の  $PM_{2.5}$  に関する一次生成粒子と二次生成粒子の割合、発生源寄与割合等について、以下のような推計がなされている。

- 一次生成粒子と二次生成粒子の割合は、一次生成粒子が 25%、二次生成粒子が 67%、その他が 8%となっている。
- 発生源寄与割合を地域別に見ると、都内の発生源による寄与が約 2 割、都を除く関東地方（関東 6 県）が約 3 割、関東地方外（国外を含む）が約 2 割であった。その他に二次生成有機粒子（約 2 割）、海塩・土壌、水分（計約 1 割）であった。（別添 2 参照）
- 発生源寄与割合は、自動車、船舶、大規模固定発生源など人為発生源の寄与は東京都と関東 6 県からの発生源で約 34%あり、このうち都内発生源は約 11%、関東 6 県の発生源は約 23%であった。アンモニア発生源（農業・畜産含む）、火山など自然発生源の寄与割合は東京都と関東 6 県からの発生源で約 15%あり、このうち都内発生源で約 4%、関東 6 県からの発生源で約 11%であった。（別添 2 参照）

また、名古屋市環境科学調査センターが名古屋市内 2 地点で行った  $PM_{2.5}$  の成分分析結果<sup>1</sup>（平成 23 年度）を用いて、レセプターモデルにより発生源寄与率を推計した結果では、年間の平均で二次生成粒子の寄与が一般局で 56%、自排局 47%となっている。

東京都微小粒子状物質検討会報告書との比較では、硫酸塩、硝酸塩の濃度が東京都よりもかなり低く、名古屋市内における二次生成による影響は、東京都よりも小さいとされている。（別添 3 参照）

## （2）都市部における感度解析結果の例<sup>2</sup>

3次元大気シミュレーションにより、2005年度の三大都市圏  $PM_{2.5}$  濃度に対する発生源・越境輸送の感度解析を行った結果によれば、大阪・兵庫圏では国外の人為発生源の感度が高かったが、愛知・三重圏、首都圏、東京 23 区の順に小さくなる一方、国内発生源の火山、船舶、自動車排気、自動車以外燃焼、 $NH_3$  の感度が高くなっている。季節別に見ると、夏には火山と船舶、春と秋には国外の人為発生源、冬には大阪・兵庫圏と愛知・三重圏では国外の人為発生源、首都圏と東京 23 区では国内発生源の感度が高かったとされている。

ただし、シミュレーションによる  $PM_{2.5}$  濃度計算値は年間を通して 3～4 割の過小評価となっており、今後のシミュレーションの改良が必要とされていることに留意が必要である。（別添 4 参照）

<sup>1</sup> 山神真紀子、久恒邦裕、池盛文数、微小粒子状物質 ( $PM_{2.5}$ ) の発生源寄与率の推定、名古屋市環境科学調査センター年報第 1 号（平成 24 年）

<sup>2</sup> 茶谷聡、森川多津子、中塚誠次、松永壮 3次元大気シミュレーションによる 2005 年度日本三大都市圏  $PM_{2.5}$  濃度に対する国内発生源・越境輸送の感度解析、大気環境学会誌第 46 号第 2 号（2011）

### (3) その他の知見

その他、PM<sub>2.5</sub>の発生源に関しては、以下のような知見がある。

- ・ 関東地方では、冬季はバイオマス燃焼や硝酸塩、夏季は重油由来の硫酸塩が多い。硝酸塩は国内寄与の割合が多い。
- ・ NH<sub>3</sub>は、PM<sub>2.5</sub>の形成に重要な役割がある。ただし、排出量の推計が非常に不確実である点に留意する必要がある。
- ・ 植物起源のVOCは、二次生成粒子の原因物質であり、その寄与が無視できないと考えられている。
- ・ また、野焼きの影響が指摘されており、諸外国では調理に伴う排気もPM<sub>2.5</sub>の発生源の一つと指摘されている。

## 1. 2 越境汚染の寄与割合<sup>3</sup>

### (1) 年平均濃度への寄与割合の推計例

年平均濃度への越境汚染の寄与割合は、西日本で大きく、九州地方では約7割（中国約6割、朝鮮半島約1割）、関東地方では約4割（中国約4割、朝鮮半島0割）と推計されている。

一方、国内発生源の寄与割合は、東側に行くほど大きく、九州地方では約2割、関東地方では約5割と推計されている。

### (2) 高濃度日への寄与割合の推計例

九州地方における高濃度日は越境汚染が支配的であるケースが多い。首都圏などでは高濃度日は国内の影響が支配的な日もある。

## 2. 既存の施策の評価と排出抑制策の在り方

### 2.1 概要

越境汚染の寄与割合は西日本などで比較的高く、感度解析の結果においても越境汚染が低減した場合に我が国のPM<sub>2.5</sub>濃度の低減効果が大きいと示唆されていることから、越境汚染対策は重要である。アジア地域における清浄な大気の共有を進めるため、中国、韓国や国際機関等との連携・協力を一層強化し、大気環境モニタリングの充実や発生源情報の整備を図るとともに、排出抑制のための取組を推進していく必要がある。

一方で、国内の固定発生源（工場・事業場）や移動発生源（自動車、船舶等）、NH<sub>3</sub>の発生源等についても、年平均濃度において一定の寄与割合を占めており、特に関東地方などでは寄与割合が大きいと考えられること、PM<sub>2.5</sub>の日平均値の年間98パーセントイル値及び年平均値の上位測定局（10局）の多くが瀬戸内海沿岸に位置しており、越境汚

---

<sup>3</sup> 金谷有剛、日本のPM<sub>2.5</sub>はどこからくるのか～越境汚染の寄与をさぐる～、中央環境審議会第2回微小粒子状物質等専門委員会資料をもとに作成

染の寄与が小さいと考えられる夏季等において高濃度を観測している事例もあるなど、国内発生源の影響が示唆されることから、国内における排出抑制対策を着実に進めることが必要である。

その際、PM<sub>2.5</sub>の生成機構や発生源の寄与割合について科学的に解明すべき課題が残されていることや、PM<sub>2.5</sub>を構成する成分が多く種々の対策が必要であることを踏まえ、現時点の知見に基づき既存の大気汚染防止施策をPM<sub>2.5</sub>対策の観点を加味して更に推進していく短期的課題と、調査研究等による知見の集積を図りつつ総合的に取り組む中長期的課題を整理し、段階的に対策を検討していくことが適当と考えられる。

以上を踏まえ、短期的課題と中長期的課題について以下に列挙した。両課題の列挙にあたっては、以下を基本的方針とした。

#### (短期的課題)

PM<sub>2.5</sub>の削減に確実に寄与する一次生成粒子(ばいじん、ディーゼル微粒子等)、並びにPM<sub>2.5</sub>及び光化学オキシダントの前駆物質(NO<sub>x</sub>、VOC)について、排出規制等の取組状況、排出実態や排出抑制技術の状況等を踏まえ、対策強化の可能性を検討する。

また、PM<sub>2.5</sub>の削減を進める上で重要であるが、大気汚染防止法に基づく規制等が行われていない物質等(NH<sub>3</sub>、野焼き)について、取組を検討する。

#### (中長期的課題)

短期的課題と並行して、総合的な対策に取り組む上での基礎となる現象解明や情報整備、対策効果の定量的予測・評価を可能とするシミュレーションの高度化等に関する以下の課題に取り組み、その進捗状況に応じて追加的な対策を検討する。

- ・ 二次生成粒子(特に、二次生成有機粒子)の生成能に関する科学的知見の充実を踏まえ、PM<sub>2.5</sub>やオキシダント生成能の高いVOCを対象とした排出抑制対策を検討する。
- ・ 固定発生源からの一次生成粒子について、凝縮性ダストを考慮した適切な測定方法の開発や排出実態の解明を進め、排出抑制対策を検討する。
- ・ 発生源情報を整備し、観測データを用いたレセプターモデルの解析や高度化されたシミュレーションモデルの解析に利用して、寄与割合の高い発生源を推定し、効果的な対策を検討する。

## 2. 2 各種発生源に対するこれまでの取組と国内における対策の在り方

### (1) 固定発生源

#### ア. ばいじん

大防法に基づくばいじんの排出規制については、平成10年に廃棄物焼却炉に対する排出基準の規制強化が行われた。併せて行われたダイオキシン類に関する排出規制と相まって、廃棄物焼却炉からのばいじん排出量は大幅に削減され、大気環境中のSPM及びPM<sub>2.5</sub>の低減に寄与したと評価されている。廃棄物焼却炉以外の施設に対する

ばいじんの排出規制については、昭和 60 年に小型ボイラー、昭和 63 年にガスタービン及びディーゼル機関、平成 3 年にガス機関及びガソリン機関が新たに規制対象として追加されているが、昭和 57 年以降、排出基準の見直しは行われていない。

排出抑制技術については、集じん装置として、ろ過集じん装置（バグフィルター）と電気集じん装置が主体となっている。ろ過集じん装置は、ダイオキシン類等を含む微粒子の捕集性能が高く、急速に普及が進んできた。一方、電気集じん装置は大規模装置に多く適用されており、運転温度を下げ、ばいじん捕集性を高性能化した方式が普及している。

ばい煙発生施設からのばいじんの排出量については、減少傾向にある。環境省の大気汚染物質排出量総合調査によれば、ばいじんの排出量は、平成 11 年度（約 7.5 万トン）から平成 23 年度（約 3.7 万トン）の間にほぼ半減している。（別添 5 参照）

#### （短期的課題）

- ・ ばいじんの排出規制について、大防法に基づく排出規制の状況、及び科学的知見や排出抑制技術の開発・普及の状況等を踏まえて、経済的及び技術的考慮を払いつつ、追加的な排出抑制策の可能性を検討すべきである。

#### （中長期的課題）

- ・ 固定発生源からの一次生成粒子の測定方法においては、煙突からの排出直後に大気との混合・冷却により凝縮・粒子化する凝縮性ダストを粒子として測定しておらず、微小粒子状物質の排出量を過小評価している可能性がある。凝縮性ダストを精度よく測定することは、インベントリの精緻化のためにも重要であることから、適切な測定方法の開発や排出実態の解明を進め、必要に応じ、追加的な対策を検討すべきである。
- ・ 中小事業所の排出実態や諸外国で主要発生源の一つと指摘される調理に伴う排気の実態把握について検討すべきである。

### イ. SO<sub>x</sub>

大防法に基づく SO<sub>x</sub> の排出規制については、昭和 51 年に排出基準が強化（K 値第 8 次規制等）されて以降、昭和 60 年に小型ボイラー、昭和 63 年にガスタービン及びディーゼル機関、平成 3 年にガス機関及びガソリン機関が新たに規制対象として追加されているが、排出基準の見直しは行われていない。

排出抑制技術については、燃料の低硫黄化及び排煙脱硫により排出量の削減が推進されてきた。排煙脱硫技術は技術的にはほぼ確立されており、新たな処理技術の開発よりも従来技術のコスト低減対策の進展が重視されている。

ばい煙発生施設からの SO<sub>x</sub> 排出量については、経年的に減少傾向にある。（別添 5 参照）



### (中長期的課題)

- ・ SO<sub>x</sub> からの二次生成に関する科学的知見の充実を踏まえて、より効果的な排出抑制策を検討すべきである。

## ウ. NO<sub>x</sub>

NO<sub>x</sub> の排出規制については、排出抑制技術の動向も踏まえ、地域によっては、条例による上乘せ規制により、法律よりもきびしい排出基準が設定されている状況があり、NO<sub>2</sub> の環境基準達成の観点だけでなく、粒子状物質及び光化学オキシダントの前駆物質としての排出抑制の取組も求められている。

一方で、大防法に基づく NO<sub>x</sub> の排出基準は、昭和 58 年に強化（第 5 次）が行われて以降、SO<sub>x</sub> 同様、小型ボイラー等が規制対象に追加されているが、排出基準の見直しは行われていない。

排出抑制技術については、低 NO<sub>x</sub> 燃焼及び排煙脱硝により排出量の削減が推進されてきた。低 NO<sub>x</sub> 燃焼については、二段燃焼や排ガス再循環など、種々の燃焼方法の組み合わせによる燃焼改善方法が採用されてきている。排煙脱硝技術については、高性能化、コスト低減等を目的として技術開発が進められ、触媒を用いて NH<sub>3</sub> と NO<sub>x</sub> を反応させる選択接触還元法が主流となっている。

ばい煙発生施設からの NO<sub>x</sub> 排出量については、1980 年代後半から増加傾向にあったものの、2000 年代後半からは減少に転じている。（別添 5 参照）

### (短期的課題)

- ・ NO<sub>x</sub> の排出規制について、大防法に基づく排出規制の状況、条例による規制強化の状況、及び科学的知見や排出抑制技術の開発・普及の状況等を踏まえて、経済的及び技術的考慮を払いつつ、追加的な排出抑制策の可能性を検討すべきである。

### (中長期的課題)

- ・ NO<sub>x</sub> からの二次生成に関する科学的知見の充実を踏まえて、より効果的な排出抑制策を検討すべきである。

## エ. VOC

固定発生源から排出される VOC については、SPM や光化学オキシダントに係る大気環境の改善に必要であるとして、平成 18 年 4 月から大気汚染防止法に基づく規制と自主的取組のベストミックスによる排出抑制に取組んだ結果、平成 22 年度の VOC 排出量を平成 12 年度比で 4 割以上削減し、VOC 排出量の削減目標（3 割）を達成した。

「今後の揮発性有機化合物（VOC）排出抑制対策の在り方について（答申）」（平成 24 年 12 月、中央環境審議会）においては、「制度の見直しについて特段の必要性は認められず、法規制と自主的取組を組み合わせた現行の VOC 排出抑制制度は、このまま継続することが適当」とされており、継続的な取組により、今後も排出抑制が期待されている。

従前の自動車排出ガス低減対策やVOC排出抑制対策により、NO<sub>x</sub>とVOCの濃度は長期的に低下しており、高濃度域の光化学オキシダント濃度の改善が示唆されている<sup>4</sup>。一方、光化学オキシダントの発生機構や発生源寄与については、より定量的な解析が求められており、「光化学オキシダント調査検討会」において検討が進められている。

VOC 排出抑制制度の施行以降、環境省が毎年度更新している VOC 排出インベントリにおいて、VOC 排出量が上位 10 業種のうち燃料小売業以外の業種については平成 12 年度から平成 24 年度にかけて VOC 排出量が減少しているのに対し、燃料小売業からの VOC 排出量は自主的取組による削減が進まず、他業種ほどの低減がみられない。(別添 6 参照)

燃料小売業から排出される VOC については、給油所において、タンクローリから地下タンクへの燃料受入時に排出されるものと車両へ給油する時に排出されるものがある。

車両への給油時の燃料蒸発ガス対策については、燃料供給施設側での対策及び自動車構造側での対策があるが、「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について（第五次答申）」（平成 14 年 4 月 16 日中央環境審議会）において、「対策を導入した場合の実行可能性、蒸発ガスの回収効率の確保に必要なリード蒸気圧等の条件といった技術的課題、対策による効果等についての検討を進め、また、炭化水素排出量全体に占める寄与度や他の発生源に対する炭化水素対策に関する検討状況及び欧米での状況も踏まえ、早急に結論を出すことが適当である。」とされている。欧米では、光化学オキシダント対策等のため、給油時の燃料蒸発ガス対策がすでに導入されている。

また、タンクローリから地下タンクへの燃料受入時の燃料蒸発ガス対策については、日本国内でも既にいくつかの自治体の条例で義務付けされているが、同答申において「今後推進していくことが強く望まれる。」とされている。

#### (短期的課題)

- ・ 車両への給油時における燃料蒸発ガス対策については、「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について（第五次答申）」（平成 14 年 4 月 16 日中央環境審議会）で示されたとおり、実行可能性、技術的課題、対策による効果、VOC 排出量全体に占める寄与度、欧米での状況等を踏まえるとともに、燃料供給施設側での対策と自動車構造側での対策があることから、経済的及び技術的考慮を払いつつ、適切な対策の導入を早急に検討すべきである。
- ・ さらに、タンクローリから地下タンクへの燃料受入時における燃料蒸発ガス対策についても、全国的に速やかに推進していくべきである。

#### (中長期的課題)

- ・ PM<sub>2.5</sub>及びオキシダント生成能の高い VOC をそれぞれ明らかにすること、植物起源 VOC の排出量の実態把握を進めること等により、VOC の排出削減による PM<sub>2.5</sub>及び光化学オキシダントの低減効果の定量的な予測精度の向上を図り、その結果を踏まえた VOC 排出抑制策の検討を中長期的に進めるべきである。

<sup>4</sup> 光化学オキシダント調査検討会、光化学オキシダント調査検討会報告書（平成 26 年 3 月）

## (2) 移動発生源

### ア. 自動車（オフロード車を含む。）

自動車については、大防法に基づく自動車排出ガスの量及び自動車燃料性状等に関する規制について、累次にわたる強化が行われるとともに、低公害車・次世代自動車の普及が進んでいる。その結果、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、PM、炭化水素<sup>5</sup>(HC)等の排出量が大幅に低減するなど、大気汚染の改善に貢献している。(別添7参照)

また、自動車からの排出ガス総量は、最新の排出ガス規制が適用される車両に代替が進むことにより、大きく削減すると予想される。各種自動車の排出ガス規制により、平成32年の排出量は平成23年と比べ、NO<sub>x</sub>：58万トン→29万トン、PM：2.7万トン→0.7万トン、HC：13万トン→5万トンに削減されると推計される。(別添8、9参照)

「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について(第十一次答申)」(平成24年8月10日、中央環境審議会)において、PM<sub>2.5</sub>については、「まずは、これまでの排出ガス規制等によるPM低減対策を着実に実施することとし、今後、PM<sub>2.5</sub>に対する総合的な対策及びブラックカーボンの温暖化の効果と削減対策を検討する中で、自動車に必要な対策についても検討する。」とされている。

VOCについては、HC又は非メタン炭化水素<sup>6</sup>(NMHC)について規制強化が進められてきた。同答申においては、「今後、VOCについて、工場・事業場等を含めた総合的な低減対策を検討することとなった場合には、その一環として、改めて自動車の排出ガス低減対策及び燃料規格のあり方について、その効果と課題を踏まえて検討する。」とされている。

特定特殊自動車(オフロード車)については、「特定特殊自動車排出ガスの規制等に関する法律」(オフロード法)に基づき、排出ガス規制が行われており、NO<sub>x</sub>、PMの大幅削減のための規制強化が順次実施されている。

また、大都市地域においては、自動車NO<sub>x</sub>・PM法に基づき、国が総量削減基本方針を定め、関係8都府県が総量削減計画を策定し、自動車からのNO<sub>x</sub>及びPMの排出量の削減に向けた施策を計画的に進めてきている。

### (短期的課題)

- ・ 自動車(オフロード車を含む)については、これまで大気汚染防止法に基づく自動車排出ガスの量等に関する規制の強化が行われてきており、今後もNO<sub>x</sub>、PM等の規制の強化が予定されていることから、引き続き、着実にその実施を図るとともに、低公害車等の導入を進めていくことが適切である。
- ・ 自動車NO<sub>x</sub>・PM法に基づく総量削減基本方針に定める目標の達成に向けて、車種規制の実施、局地汚染対策等、総合的な自動車排出ガス対策の推進に引き続き取り

<sup>5</sup> 炭素(C)と水素(H)とからなる化合物の総称。

<sup>6</sup> 炭化水素(HC)から光化学反応速度の遅いメタン(CH<sub>4</sub>)を除いた化合物の総称。なお、揮発性有機化合物(VOC)は、非メタン炭化水素(NMHC)の他にアルデヒド類等の酸素を含有する有機化合物を含む。

組んでいくことが適切である。

- ・ (再掲) 車両への給油時における燃料蒸発ガス対策については、「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について(第五次答申)」(平成14年4月16日中央環境審議会)で示されたとおり、実行可能性、技術的課題、対策による効果、VOC排出量全体に占める寄与度、欧米での状況等を踏まえるとともに、燃料供給施設側での対策と自動車構造側での対策があることから、経済的及び技術的考慮を払いつつ、適切な対策の導入を早急に検討すべきである。
- ・ また、自動車の駐車時及び走行時に排出される燃料蒸発ガス対策についても、排出実態等を踏まえつつ、対策の強化について速やかに検討すべきである。

#### (中長期的課題)

- ・ 中央環境審議会「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について(第十二次答申)」(平成27年2月4日中央環境審議会)において示されている中長期的な課題(例えば、乗用車及び二輪車の排出ガス規制の更なる強化等)について検討を進めるべきである。

### イ. 船舶

船舶から排出される大気汚染物質については、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律(以下、「海防法」という。)により、原動機としてディーゼル機関が設置されている船舶(定格出力が130kW以下のものを除く。)について、NO<sub>x</sub>の放出量に係る放出基準が定められており、2005年から1次規制、2011年から2次規制(1次規制よりも20%削減)が全海域で適用されている。(第19条の3)

また、SO<sub>x</sub>及びPMの削減のため、燃料油の品質の基準として、硫黄分の濃度基準が2008年から定められており、2012年からさらに強化した上で適用されている(第19条の21)。

これらのNO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>、PMに係る規制は、MARPOL条約付属書VIにおいて段階的な強化が予定されており、これを受けて海防法においても規制の強化が実施される予定である。硫黄分の濃度基準については、早ければ2020年に強化が予定されている。(別添10参照)

VOCについては、大気汚染に係る基準は定められていないが、環境大臣は、船舶からの揮発性有機化合物の放出の抑制を図るため必要があると認めるときは、国土交通大臣に対し、港湾を特定して、揮発性物質放出規制港湾の指定を求めることができる(第19条の23)。

#### (短期的課題)

- ・ 船舶については、引き続き、今後予定されている燃料油規制を着実に進めることが適切である。

#### (中長期的課題)

- ・ 船舶から排出される大気汚染物質については、排出量の把握、シミュレーションモデルの精緻化等について科学的知見の充実を図り、その結果を踏まえ、必要な排出抑制策の検討を中長期的に進めるべきである。

### (3) その他

#### ア. NH<sub>3</sub>発生源

NH<sub>3</sub>は、二次生成粒子の原因物質となるが、排出量の不確実性が非常に高い。主要な発生源は、農地への施肥や家畜排せつ物と推計されており、大気汚染防止の観点での排出規制は措置されていない。

一方、水質汚濁防止の観点から、水質汚濁防止法に基づき、畜産農業施設等からの硝酸性窒素等を含む汚水等の排出規制や地下浸透規制、湖沼や閉鎖性海域の水質保全の観点から富栄養化対策が行われている。また、過剰な施肥や家畜排せつ物の不適正な取扱いは硝酸性窒素による地下水汚染の原因となることから、その未然防止対策（施肥量の適正化、家畜排せつ物の適正管理の推進等）が行われている。

#### (短期的課題)

- ・ NH<sub>3</sub>の発生源については、当面、硝酸性窒素による地下水汚染の防止策や、指定湖沼及び閉鎖性海域における富栄養化対策として実施されている窒素負荷低減対策を推進していくことが適切である。

#### (中長期的課題)

- ・ NH<sub>3</sub>については、排出量の把握、排出インベントリの精緻化について科学的知見の充実を図り、その結果を踏まえ、排出抑制策の検討を中長期的に進めるべきである。

#### イ. 野焼き

野焼きにより、地域的、季節的にPM<sub>2.5</sub>の濃度が上昇する可能性がある。野焼きは、廃棄物処理法において原則禁止されているが、例外として、国又は地方公共団体がその施設の管理を行うために必要な廃棄物の焼却（河川敷の草焼き、道路側の草焼きなど）、農業、林業又は漁業を営むためにやむを得ないものとして行われる廃棄物の焼却（焼き畑、畔の草及び下枝の焼却など）等が認められている。

#### (短期的課題)

- ・ 野焼きがPM<sub>2.5</sub>濃度の上昇に直接的に影響する可能性があることを一般に周知し、濃度上昇が予測される気象条件の際には実施しないように要請すべきである。

#### (中長期的課題)

- ・ 野焼きの影響について実態把握を行い、その結果を踏まえ、必要な対策の検討を中長期的に進めるべきである。

## IV 今後の検討課題

PM<sub>2.5</sub>の排出抑制策を進める上での基礎となる常時監視体制の整備、排出インベントリの整備・更新、シミュレーションモデルの精緻化、二次生成粒子の生成機構の解明、凝

縮性ダストの測定方法の開発、越境汚染の解明等の科学的知見の充実に取り組む必要がある。その際、中国、韓国をはじめとする東アジア地域において、大気環境モニタリングデータや発生源情報等を集積・共有していくことが重要である。

PM<sub>2.5</sub>の発生源や原因物質は多様であり、光化学オキシダントと共通するものも多い。それらの物質の相互作用、トレードオフ等がPM<sub>2.5</sub>の生成に影響していることから、環境基準を達成するためには、種々の対策に総合的に取り組むことが必要となる。

PM<sub>2.5</sub>対策に必要な現象解明や情報整備を進めることにより、取り組むべき対策の効果や優先度、課題等を明らかにしつつ、発生源別寄与や対策効果・コスト、実施可能性等に関する知見を踏まえ、総合的・効果的な排出抑制策を検討する必要がある。また、国内の排出抑制策と合わせ、東アジア地域における大気汚染対策を推進するための技術協力に取り組む必要がある。

PM<sub>2.5</sub>の原因物質の排出抑制対策については、排出インベントリの整備・更新を通じて、その実施状況をフォローしていくとともに、高度化したシミュレーションモデル等を用いてPM<sub>2.5</sub>の削減効果をできる限り定量的に評価・検証していくことが求められる。

## 別添資料

別添 1	大気環境の状況	1
別添 2	東京都の大気環境中の発生源別寄与割合（東京都微小粒子状物質検討会報告書）	6
別添 3	微小粒子状物質（PM2.5）の発生源寄与率の推定（名古屋市環境科学調査センター年報）	7
別添 4	3次元大気シミュレーションによる2005年度日本三大都市圏PM2.5濃度に対する国内発生源・越境輸送の感度解析（茶谷ら、2011）	8
別添 5	ばいじん、SO <sub>x</sub> 、NO <sub>x</sub> の年間排出量の推移（業種別）（H8～H23）	9
別添 6	業種別 VOC 排出量の推計結果	11
別添 7	各種自動車の排出ガス規制の推移	12
別添 8	各車種の日本全国における排出ガス量（推計）	13
別添 9	中央環境審議会による「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について」第十次答申及び同第十一次答申で示された今後の自動車排出ガス規制のスケジュール	14
別添 10	改正 MARPOL 条約付属書 VI の概要	15

## 大気環境の状況

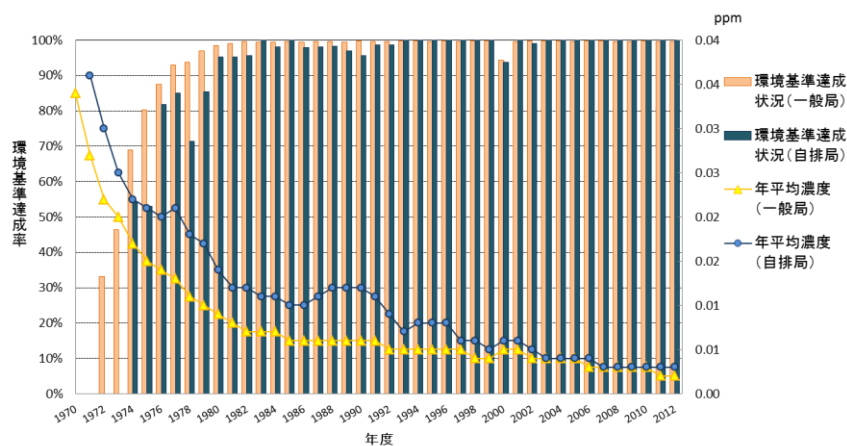


図1 二酸化硫黄 (SO<sub>x</sub>) の環境基準達成状況

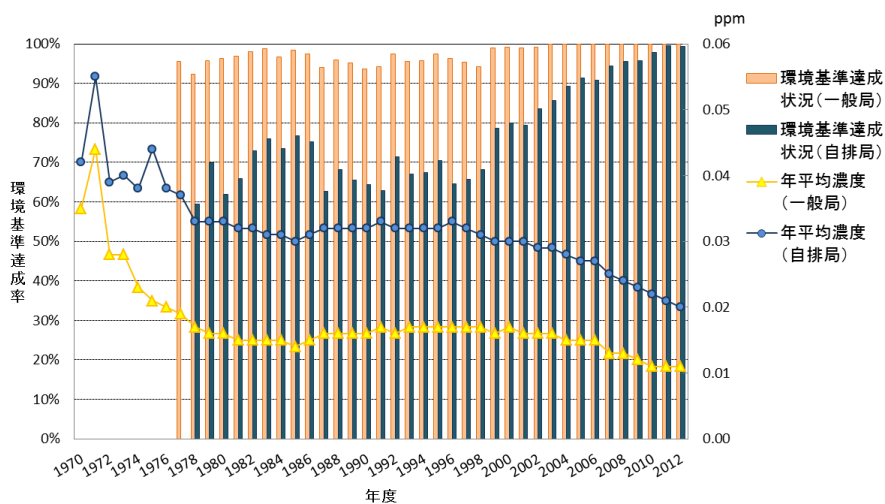


図2 二酸化窒素 (NO<sub>x</sub>) の環境基準達成状況

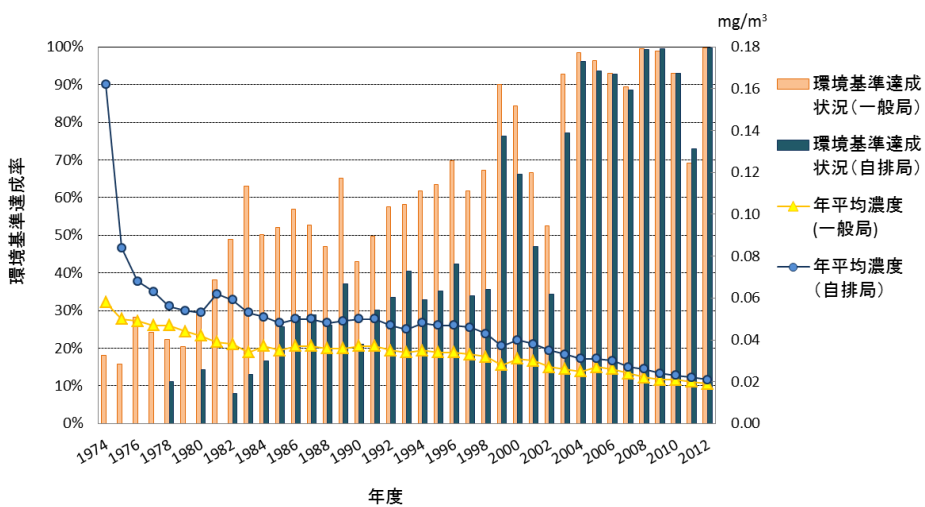


図3 浮遊粒子状物質 (SPM) の環境基準達成状況



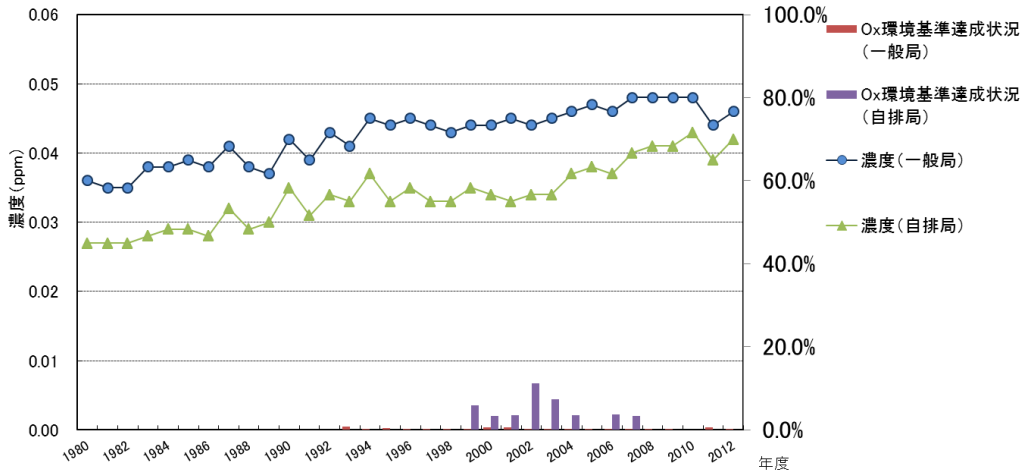


図4 光化学オキシダント (Ox) の昼間の日最高1時間値の年平均値の推移

(図1～4 出典：平成24年度大気汚染状況報告書(環境省水・大気環境局))

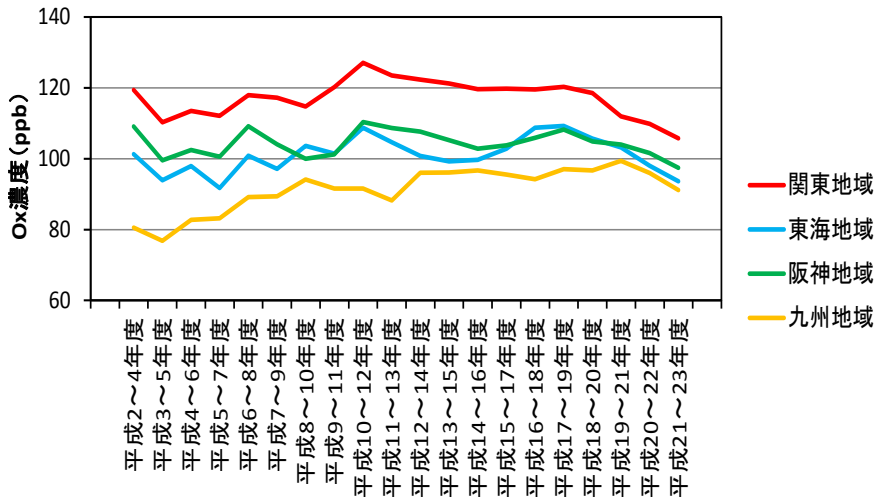


図5 新指標(光化学オキシダント濃度日最高8時間値の年間99パーセンタイル値の3年移動平均)の域内最高値の経年変化

(出典：中央環境審議会 微小粒子状物質等専門委員会(第3回)資料6)

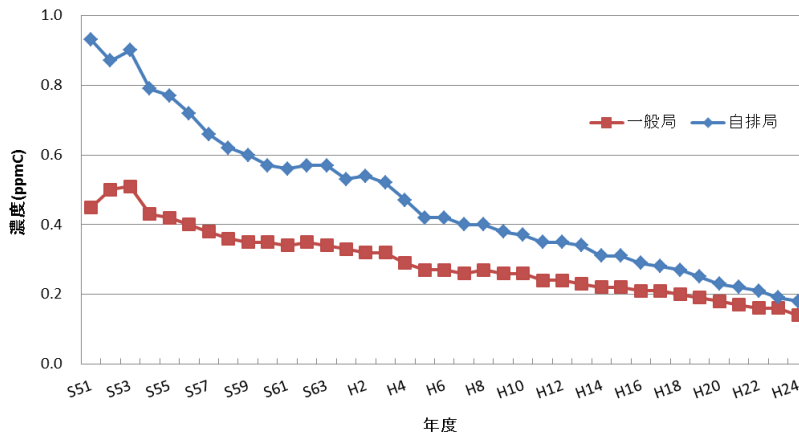


図6 非メタン炭化水素濃度の年平均値(6～9時)の経年変化

(出典：平成24年度大気汚染状況報告書(環境省水・大気環境局))

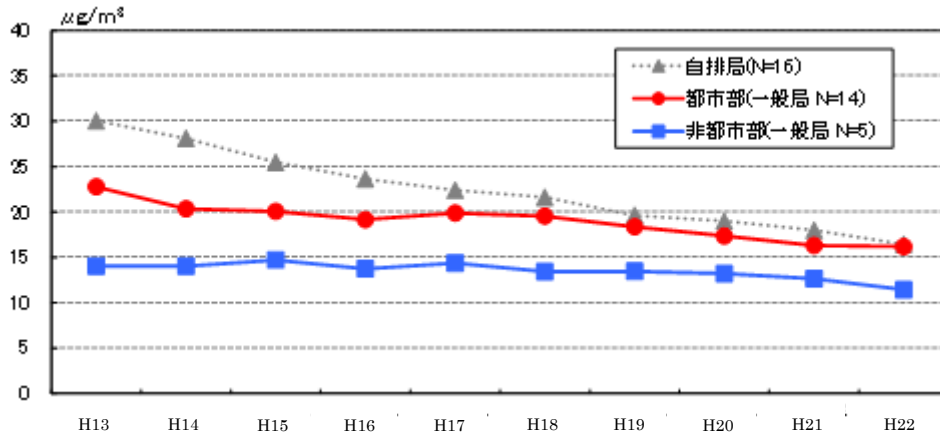


図 7 PM2.5 質量濃度の推移 (平成 13~22 年度)

注) 標準測定法との等価性を有していない TEOM 法による測定結果である。

(出典：微小粒子状物質等曝露影響実測調査)

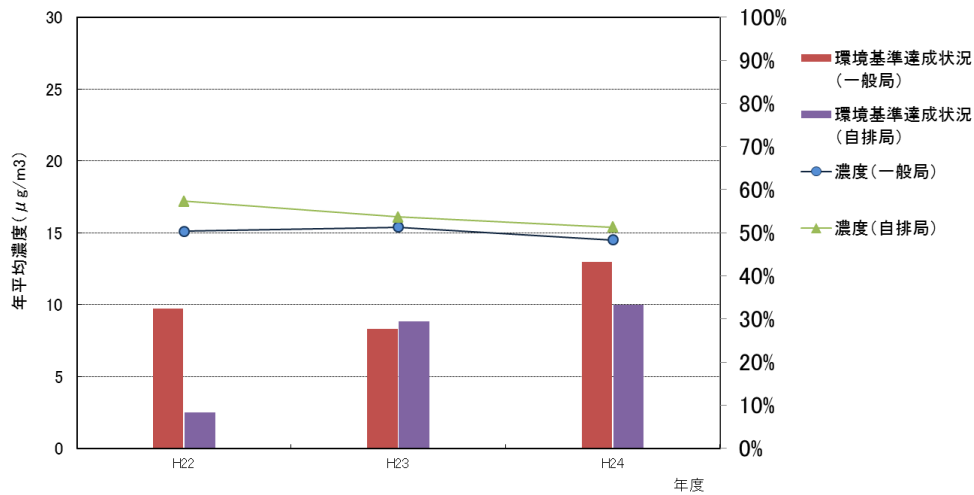


図 8 微小粒子状物質 (PM2.5) の環境基準の推移

(出典：平成 24 年度大気汚染状況報告書 (環境省水・大気環境局))

表 1 PM2.5 の有効測定局数

	H22	H23	H24
一般局	34	105	312
自排局	12	51	123

(一般局)



図9 微小粒子状物質濃度の年平均値の分布 (平成24年度)

(出典: 平成24年度大気汚染状況報告書 (環境省水・大気環境局))

表2 1日平均値の年間98パーセンタイル値の上位測定局（平成24年度）  
（一般局）

測定局名	都道府県	市区町村	年間98%値 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	環境基準
西条	愛媛県	西条市	55.2	非達成
早島	岡山県	早島町	54.8	非達成
市役所	香川県	観音寺市	53.3	非達成
元岡	福岡県	福岡市西区	52.6	非達成
三宝	大阪府	堺市堺区	52.4	非達成
茂平	岡山県	笠岡市	51.7	非達成
曙小学校	広島県	福山市	50.6	非達成
須恵健康公園	山口県	山陽小野田市	50.0	非達成
川之江	愛媛県	四国中央市	49.8	非達成
市役所	香川県	坂出市	49.5	非達成

表3 年平均値の上位測定局（平成24年度）  
（一般局）

測定局名	都道府県	市区町村	年平均値 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	環境基準
三宝	大阪府	堺市堺区	22.3	非達成
市役所	香川県	観音寺市	22.1	非達成
麻里布小学校	山口県	岩国市	21.3	非達成
須恵健康公園	山口県	山陽小野田市	21.3	非達成
東予	愛媛県	西条市	21.2	非達成
茂平	岡山県	笠岡市	21.0	非達成
益城町役場	熊本県	益城町	21.0	非達成
元岡	福岡県	福岡市西区	20.9	非達成
伊予三島	愛媛県	四国中央市	20.8	非達成
中村	愛媛県	新居浜市	20.4	非達成

（出典：平成24年度大気汚染状況報告書（環境省水・大気環境局））

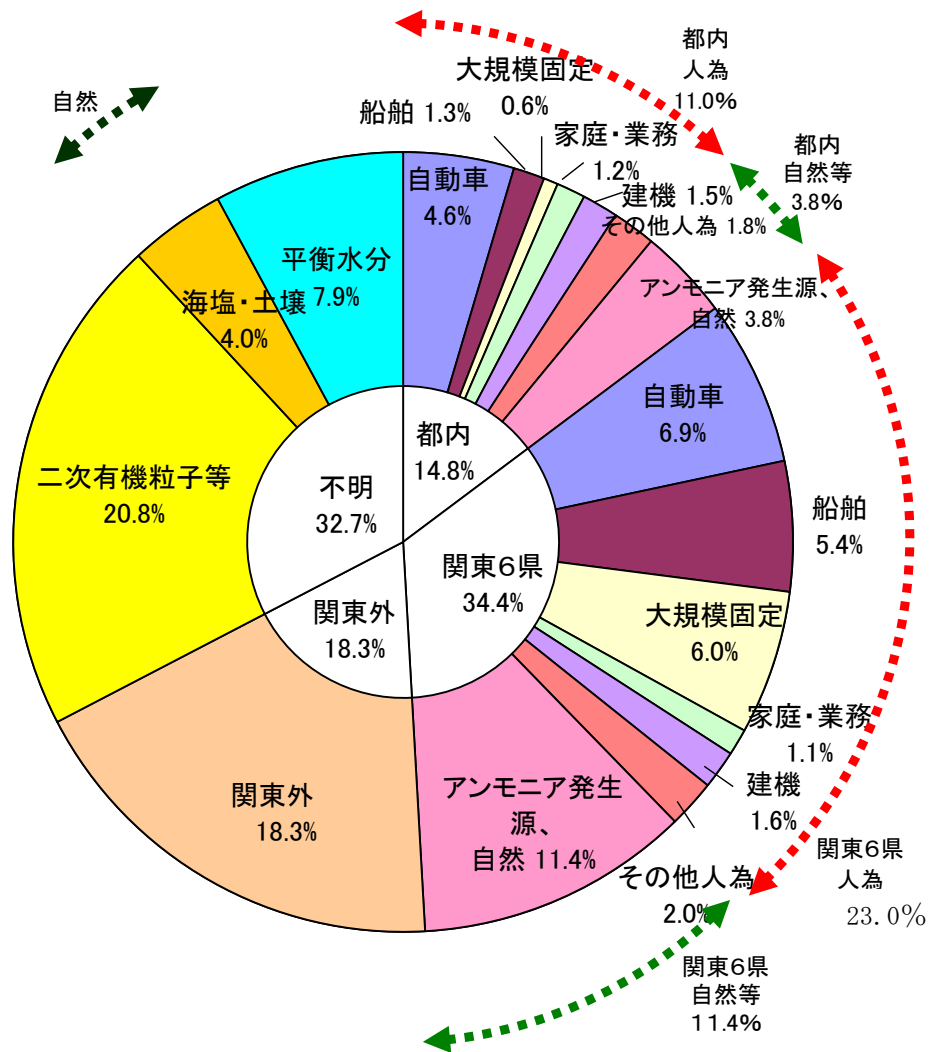


図 1 東京都の大気環境中の発生源別寄与割合 (H20 都内・関東 6 県発生源別)

(出典：東京都微小粒子状物質検討会報告書 (平成 23 年 7 月))

微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) の発生源寄与率の推定 (名古屋市)

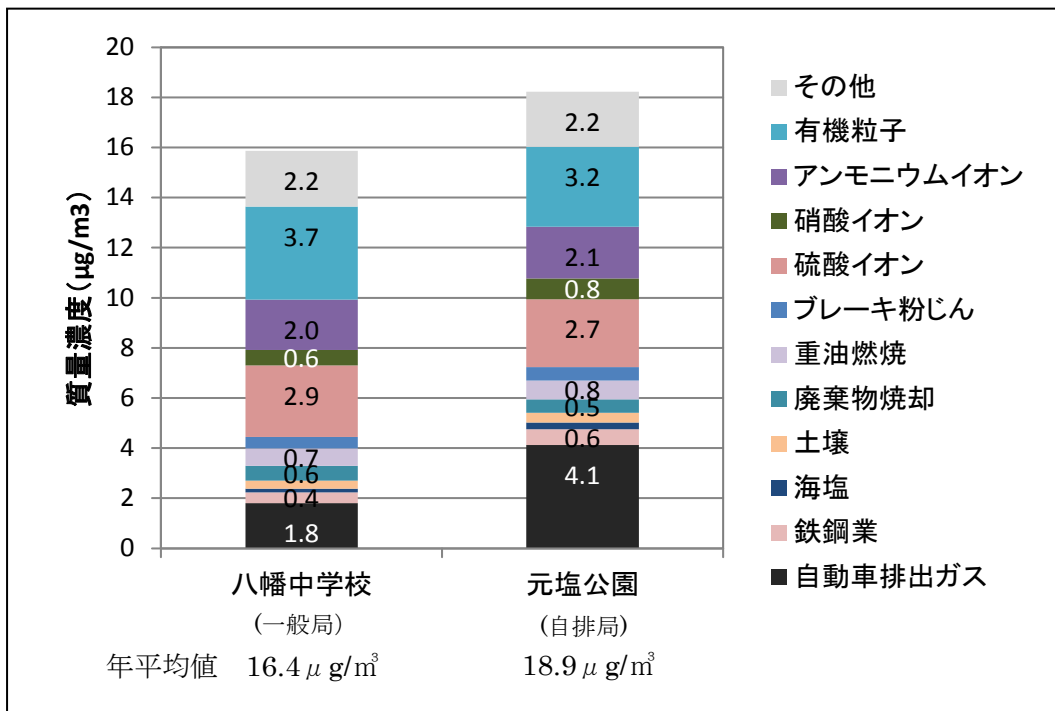


図 1 CMB 法による発生源寄与濃度

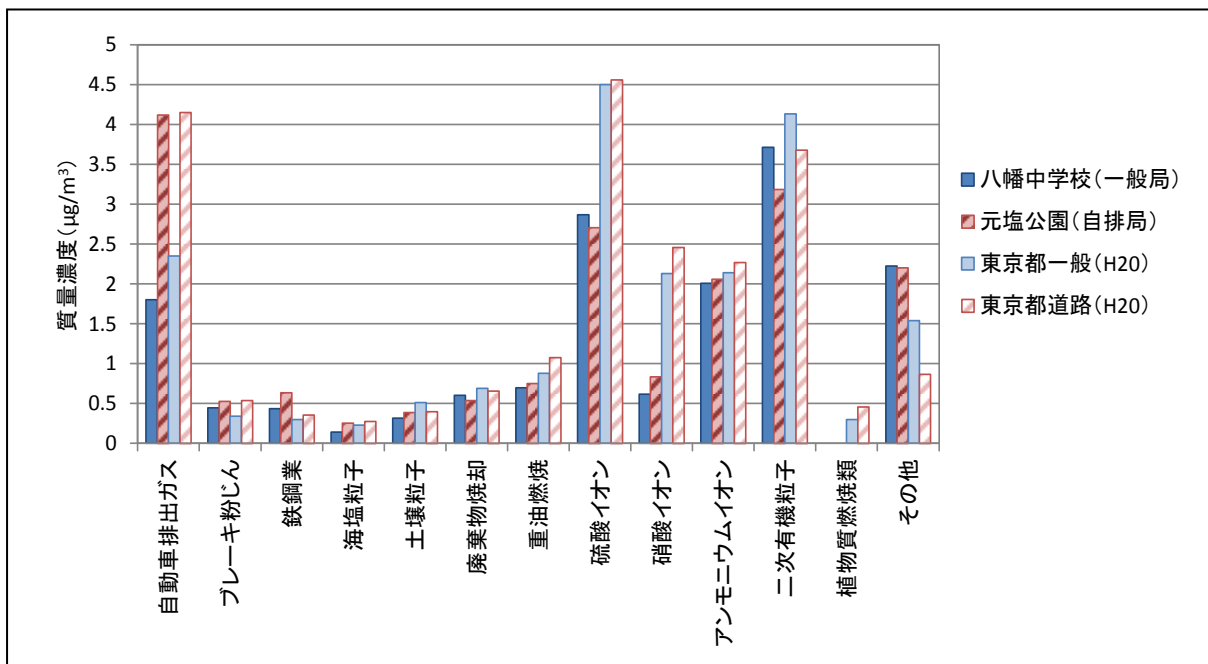


図 2 名古屋市 (平成 23 年度結果) と東京都 (平成 20 年度結果) における発生源寄与濃度の比較

出典：山神真紀子，久恒邦裕，池盛文数、微小粒子状物質 (PM<sub>2.5</sub>) の発生源寄与率の推定、名古屋市環境科学調査センター年報第 1 号 (平成 24 年)

### 3次元大気シミュレーションによる 2005 年度日本三大都市圏 PM2.5 濃度に対する国内発生源・越境輸送の感度解析

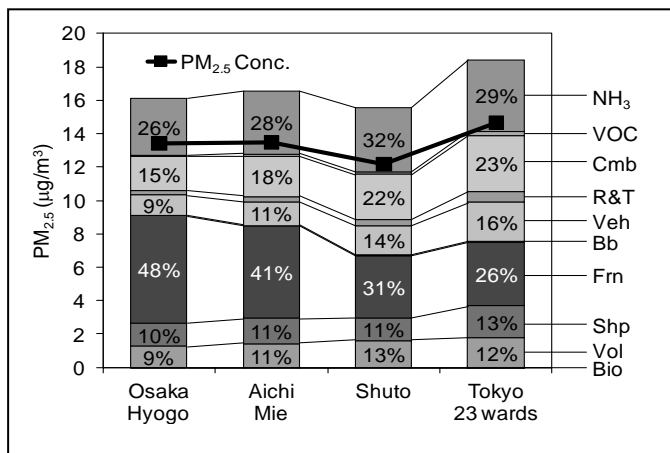
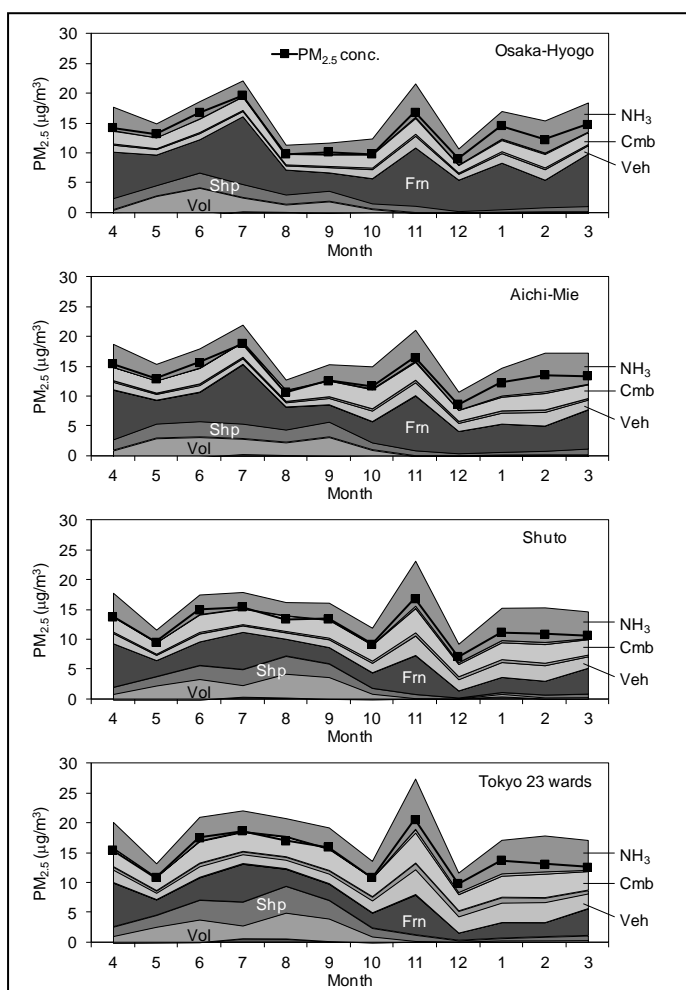


図1 大阪・兵庫圏、愛知・三重圏、首都圏及び東京 23 区における PM2.5 年平均濃度 (2005 年度) に対する各発生源の感度解析結果 (数値は PM2.5 濃度に対する感度の割合を示す)。



Area (領域)	Sources (発生源)
Whole domain 全域	Biogenic (Bio) : 生物起源
Foreign 海外	Volcano (Vol) : 火山
	Ship (Shp) : 船舶
Domestic 国内	Anthropogenic (Frn) : 人為起源
	Biomass burning (Bb) : バイオマス燃焼
	Vehicle (Veh) : 自動車
	Road dust & Tire wear (R&T) : 巻き上げ及び タイヤ
	Other combustion (Cmb) : その他燃焼
	VOC evaporative (VOC) : 揮発性有機化合物
	NH <sub>3</sub> (NH <sub>3</sub> ) : アンモニア

図2 大阪・兵庫圏、愛知・三重圏、首都圏及び東京 23 区における PM2.5 月平均濃度に対する各発生源の感度解析結果

出典：茶谷聡, 森川多津子, 中塚誠次, 松永壮, 3次元大気シミュレーションによる 2005 年度日本三大都市圏 PM<sub>2.5</sub> 濃度に対する国内発生源・越境輸送の感度解析 (大気環境学会誌第 46 巻第 2 号 (2011)) (日本語訳は環境省による)。

ばいじん、SO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>の年間排出量の推移  
(大気汚染物質排出量総合調査)

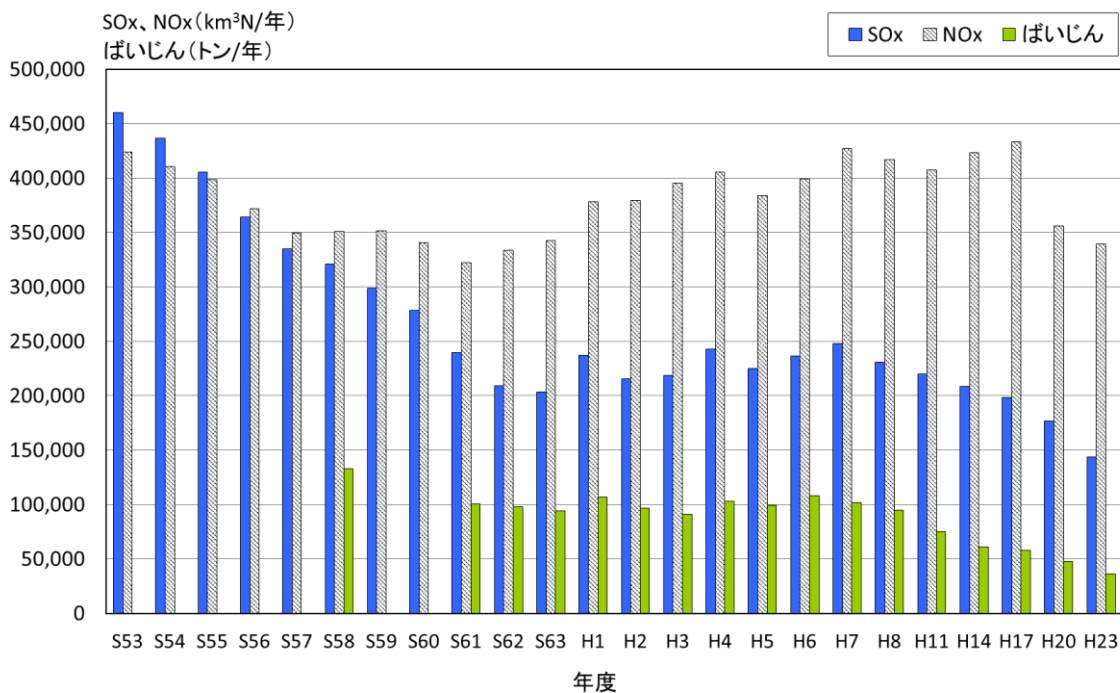


図1 ばい煙年間排出量の推移

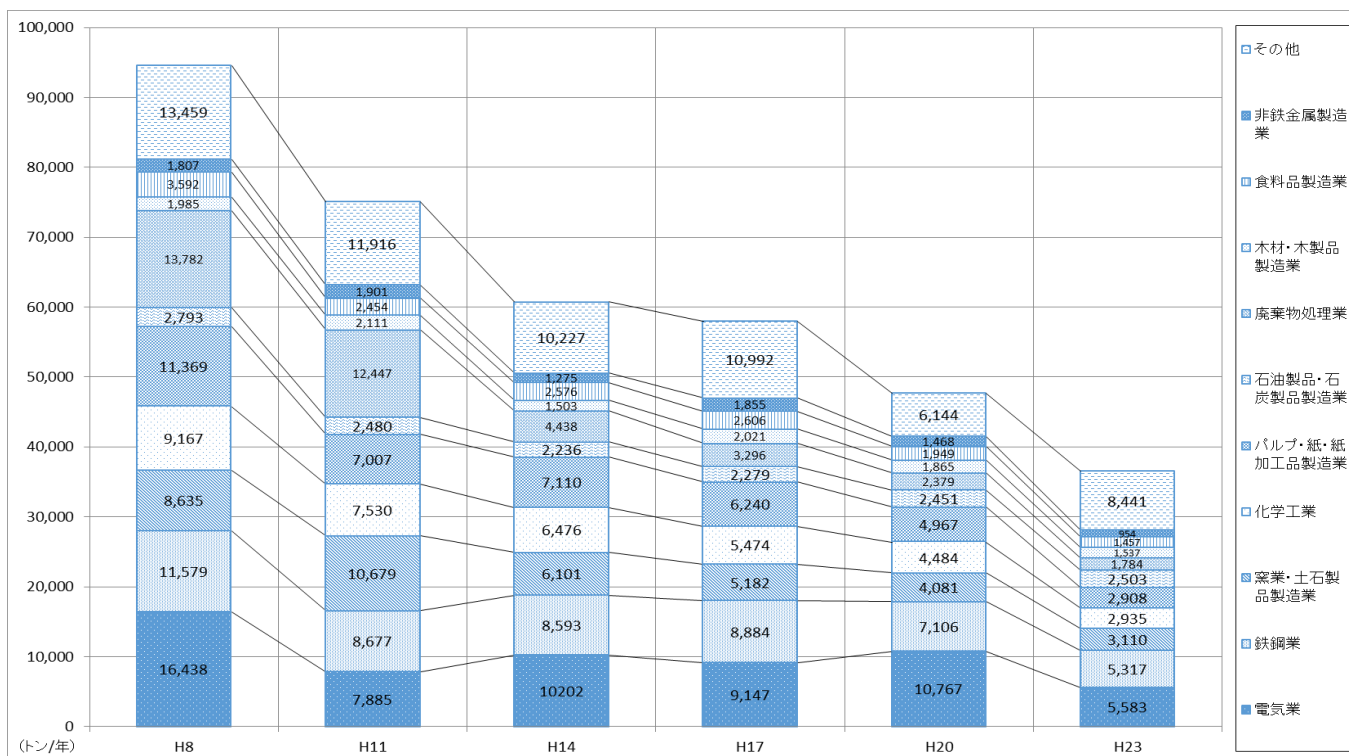


図2 ばいじんの年間排出量の推移 (業種別)



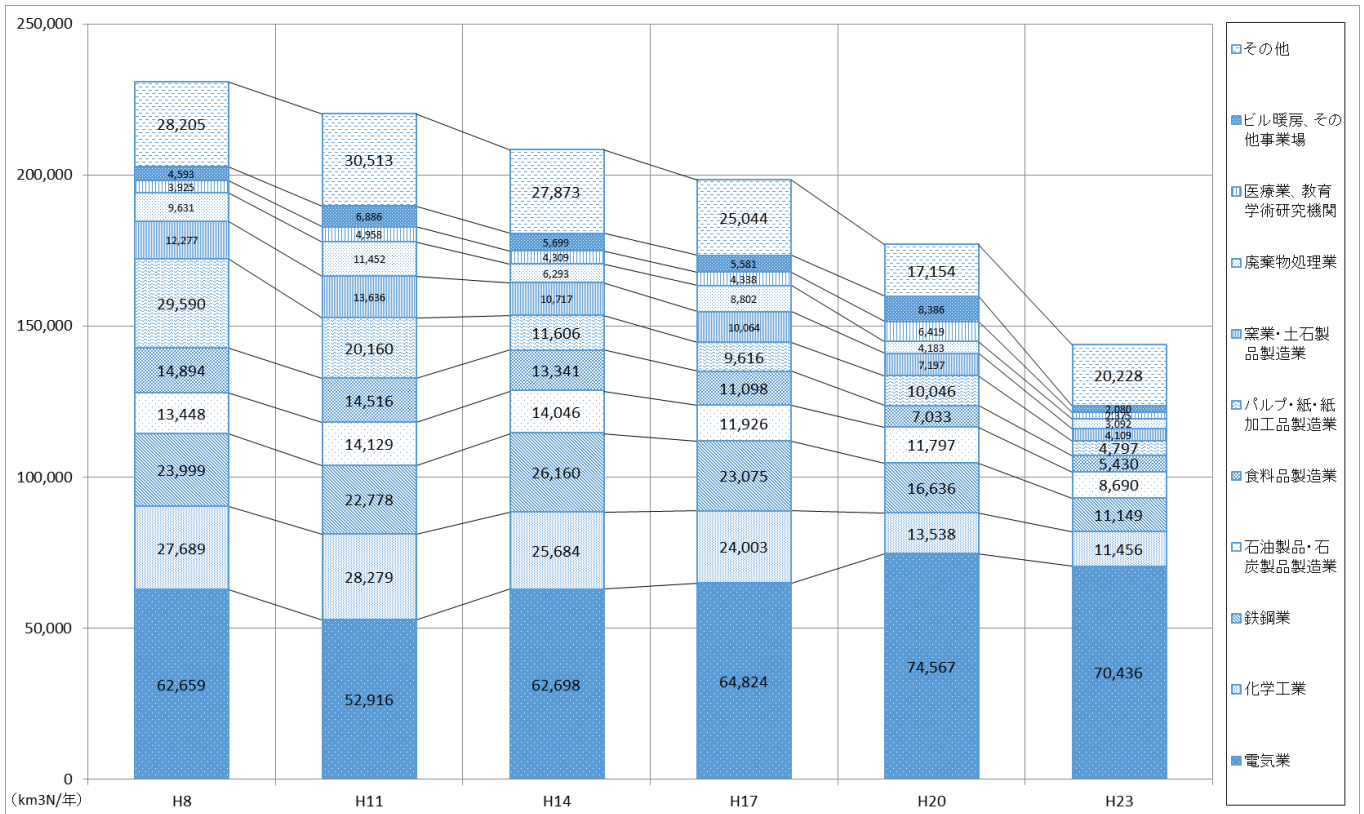


図3 SOxの年間排出量の推移（業種別）

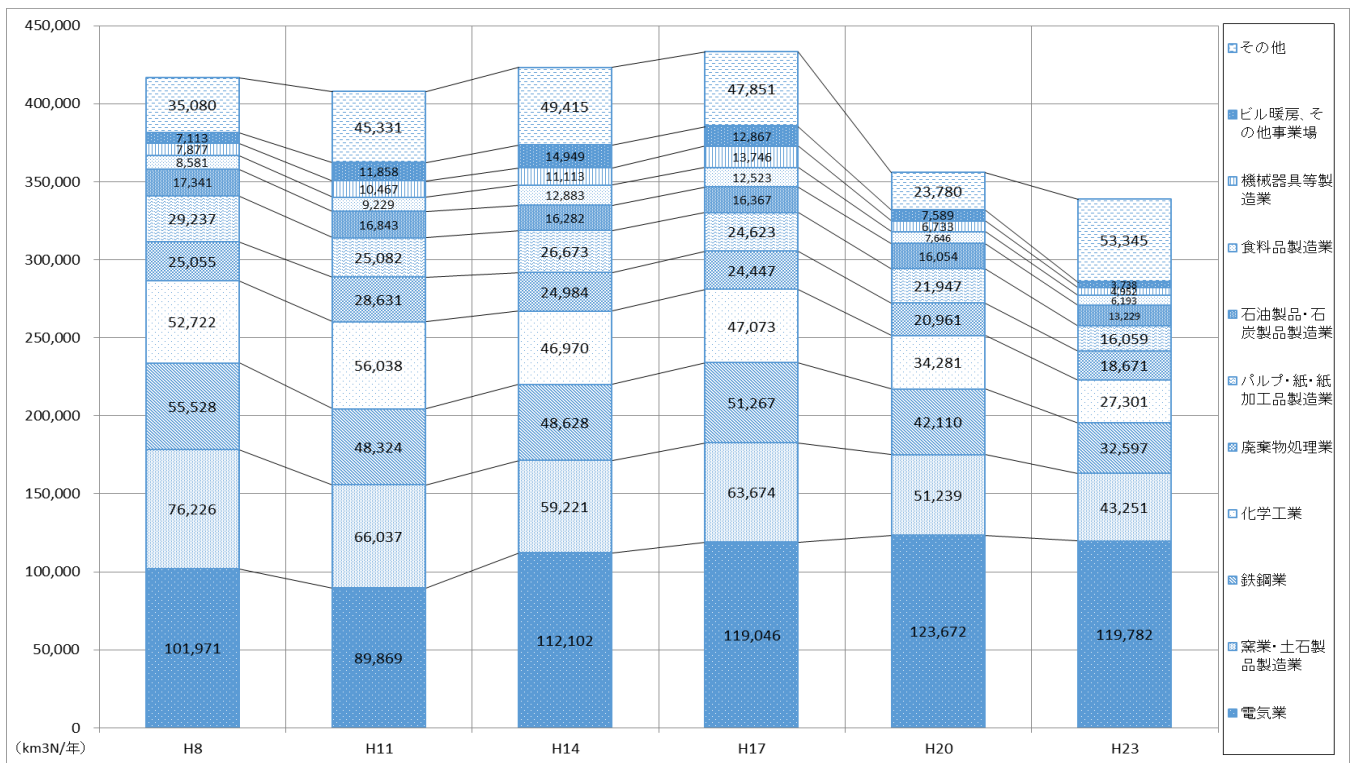


図4 NOxの年間排出量の推移（業種別）

（出典：大気汚染物質排出量総合調査（環境省）をもとに作成）

（留意事項）

- ・大気汚染物質排出量総合調査では、大気汚染防止法に定めるばい煙発生施設を設置する工場・事業場に調査票を配布し、回答のあった工場・事業場の大気汚染物質排出量を集計している。
- ・平成17年度以前の調査では、環境省から地方自治体を経由して工場・事業場に調査票を配布していたが、平成20年度以降の調査では、委託先の民間会社から配布している。平成20年度以降、調査票の回収率が低下しており、排出量の集計値の減少に影響している可能性があることに留意が必要である。

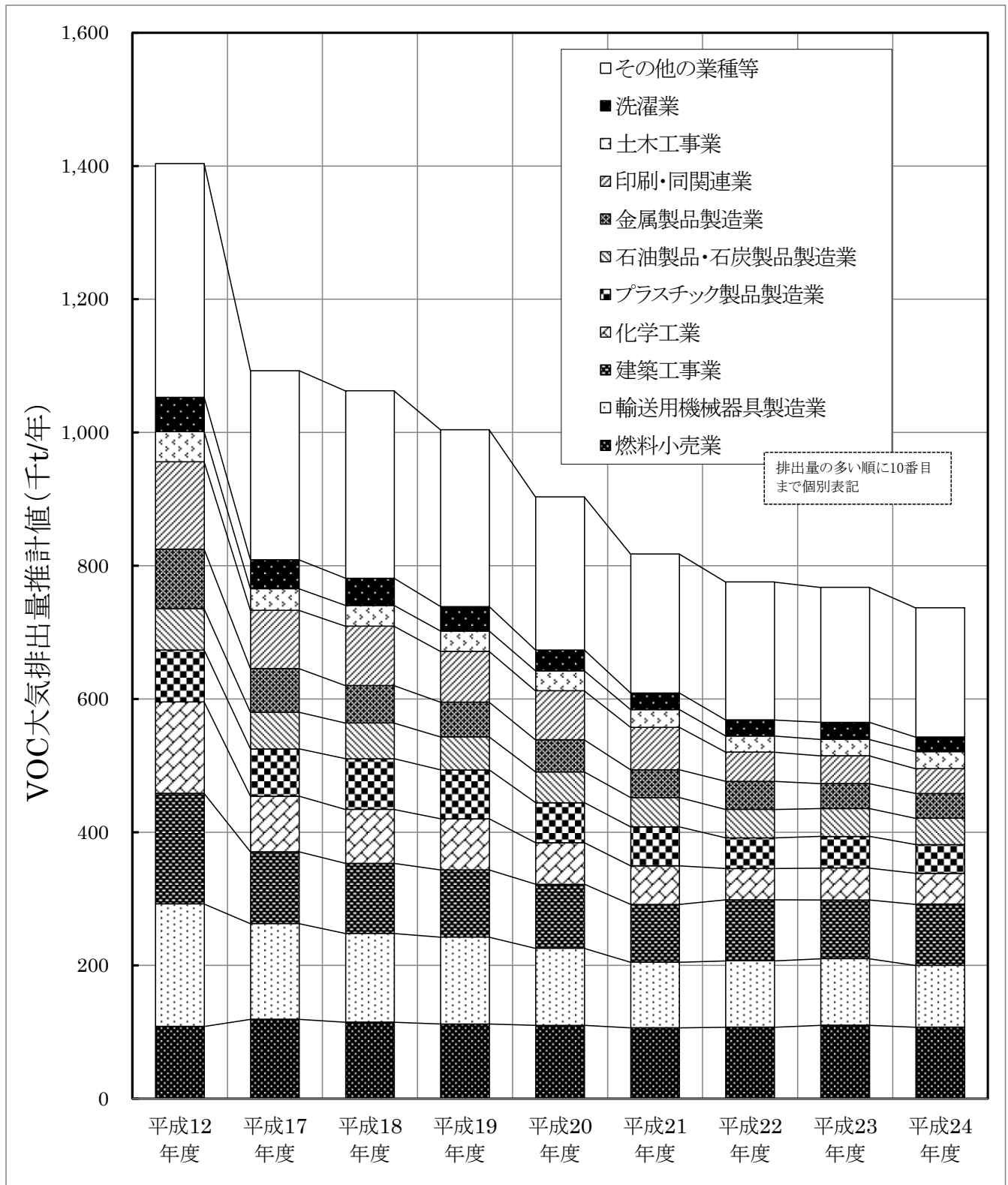


図 1 業種別 VOC 排出量の推計結果

注：グラフ中のその他業種内での飲料・たばこ・飼料製造業において、酒類の一種である焼酎の製造に関わる大気排出係数を適正化し、過去年次も推計排出量を転換した。

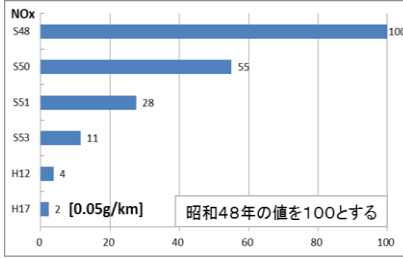
出典：平成 25 年度揮発性有機化合物 (VOC) 排出インベントリ作成等に関する調査業務報告書

①<NOx>

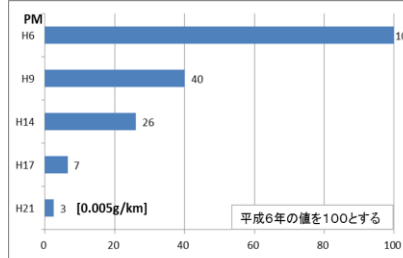
②<PM>

③<HC>

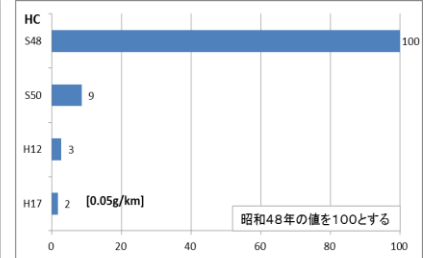
乗用車



ガソリン・LPG乗用車の規制の推移

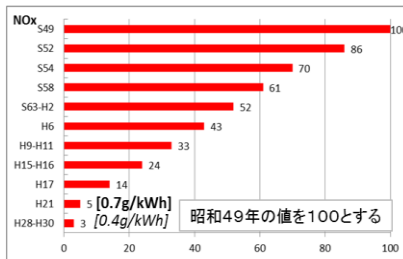


ディーゼル乗用車の規制の推移

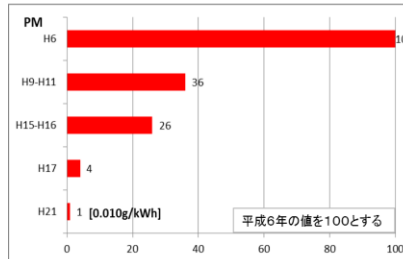


ガソリン・LPG乗用車の規制の推移

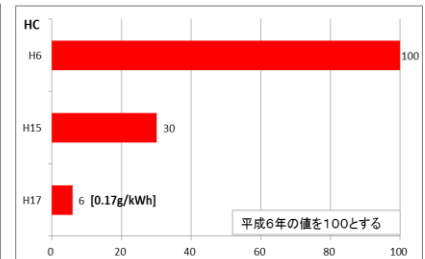
トラック・バス



ディーゼル重量車の規制の推移

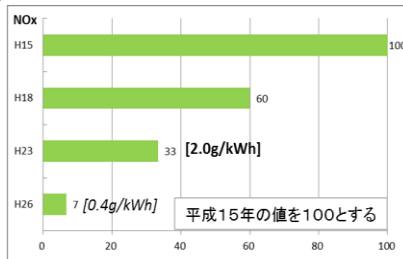


ディーゼル重量車の規制の推移

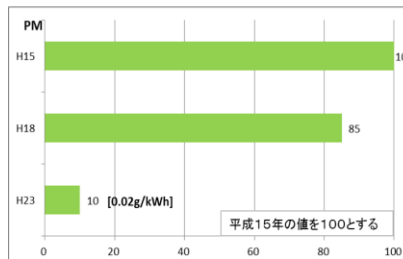


ディーゼル重量車の規制の推移

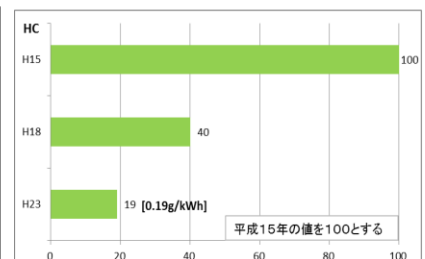
特殊自動車



ディーゼル特殊自動車の規制の推移  
(定格出力130kW以上560kW未満)

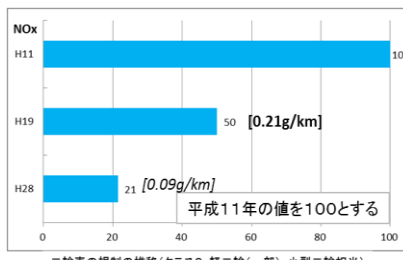


ディーゼル特殊自動車の規制の推移  
(定格出力130kW以上560kW未満)

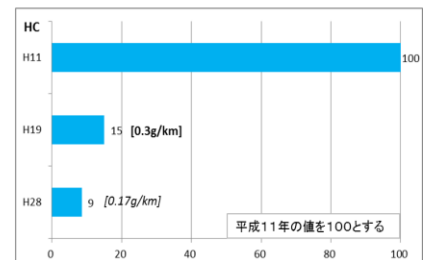


ディーゼル特殊自動車の規制の推移  
(定格出力130kW以上560kW未満)

二輪車



二輪車の規制の推移(クラス3 軽二輪(一部)・小型二輪相当)

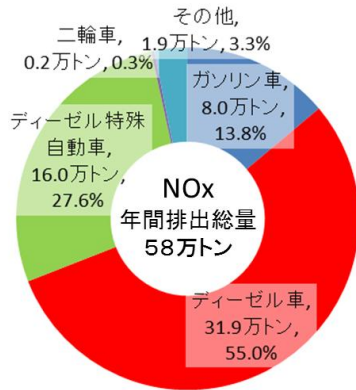


二輪車の規制の推移(クラス3 軽二輪(一部)・小型二輪相当)

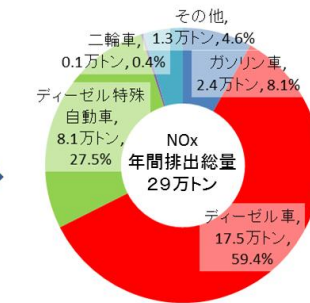
図1 各種自動車の排出ガス規制の推移

(出典：中央環境審議会 微小粒子状物質等専門委員会 (第1回) 資料3)

<NOx>

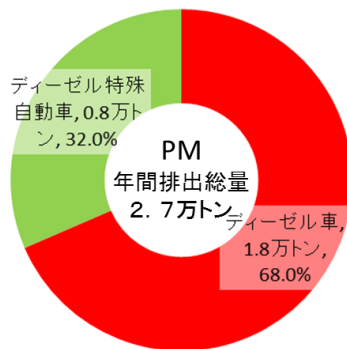


発生源別NOx排出量の割合(平成23年)

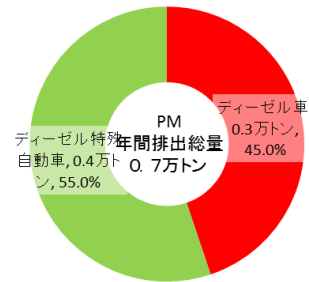


発生源別NOx排出量の割合(平成32年)

<PM>

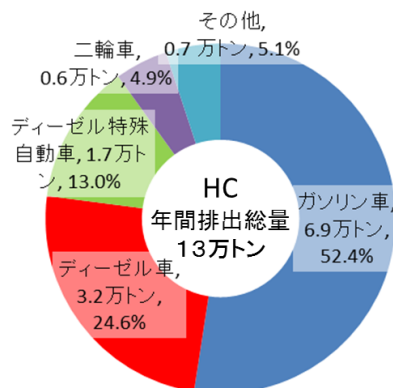


発生源別PM排出量の割合(平成23年)

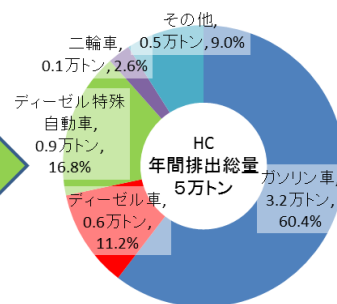


発生源別PM排出量の割合(平成32年)

<HC>



発生源別HC排出量の割合(平成23年)



発生源別HC排出量の割合(平成32年)

図 1 各車種の日本全国における排出ガス量(推計)

(出典：中央環境審議会 微小粒子状物質等専門委員会 (第1回) 資料3)

中央環境審議会による「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について」第十次答申  
及び同第十一次答申で示された今後の自動車排出ガス規制のスケジュール

適用時期	規制対象	主な規制内容
平成 27 年	特殊自動車 (56kW 以上～130kW 未満に限 る。)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・黒煙規制の見直し</li> <li>・ブローバイガス対策の導入</li> <li>・定常サイクルの導入</li> </ul>
平成 28 年	二輪自動車  ディーゼル重量車*1 (トラクタ及び車両総重量 7,500 kg以下の小型自動車及び普通自動 車を除く。)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・世界統一試験サイクルに変更</li> <li>・次期許容限度目標値の設定</li> <li>・燃料蒸発ガス対策の導入</li> <li>・車載式故障診断システムの導入</li> </ul>
平成 29 年	ディーゼル重量車 (トラクタに限る。)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・世界統一試験サイクルに変更</li> <li>・エンジン冷間時排出ガス試験の導入</li> <li>・オフサイクル*2対策の導入</li> <li>・高度な車載式故障診断システムの導入</li> </ul>
平成 30 年	ディーゼル重量車 (車両総重量 7,500 kg以下の小型 自動車及び普通自動車に限る。)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・同上</li> </ul>

\*1 ディーゼル車のうち車両総重量が 3,500 kgを超えるもの

\*2 排出ガス試験サイクル等に定められた試験条件以外の条件

# 改正MARPOL条約附属書VIの概要

## NOx新造船規制

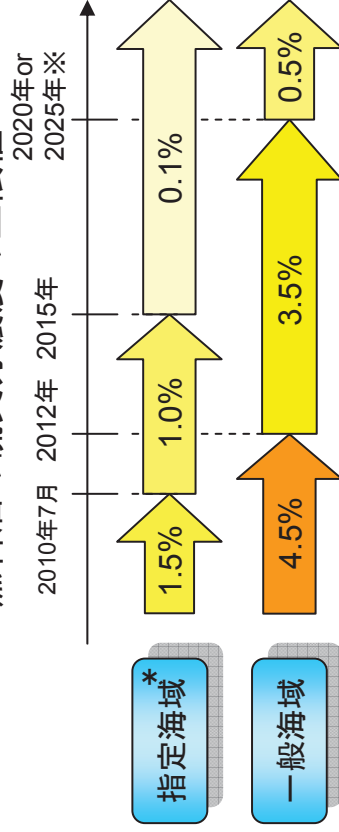
- **2次規制**
  - 2011年から実施
  - 現行規制値より15%～22%削減
- **3次規制**
  - 2016年から実施
  - 2012年から2013年末までの間に実施時期をレビュー
  - 指定海域\*において現行規制値より80%削減
  - ①24m未満のプレジャーボート②合計推進出力750kW未満で設計、建造上規制適合が困難と主管庁が認める船舶を除外

## NOx現存船規制

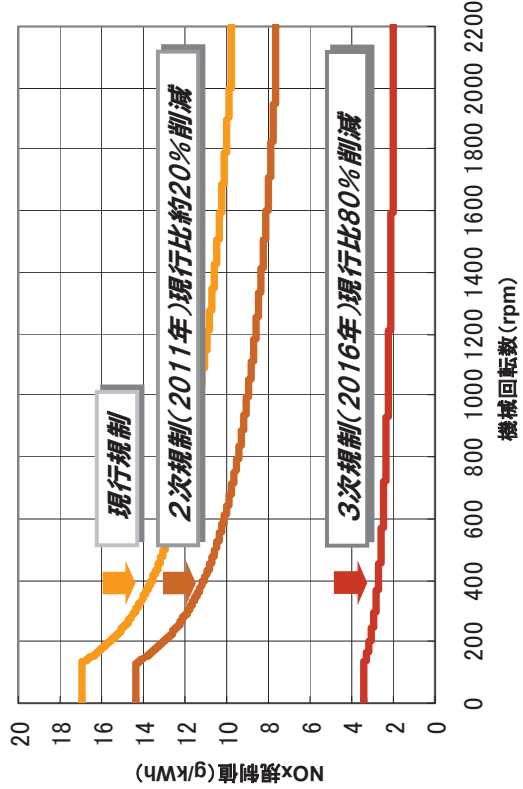
規制対象範囲	対象エンジンのうち、アップグレードキット(規制に適合させるための改造手法)が認証されたもののみ規制 1990年以降建造の現存船のシリンダ・容積90L以上かつ出力5000kW超のエンジン
規制値	現行規制値
規制実施時期	いずれかの主管庁がアップグレードキットの認証をIMOに通報してから1年後の最初の定期検査

## SOx・PM規制

### 燃料油の硫黄分濃度の上限值



※2018年に規制時期を決定  
留出油の限定なし、排ガス洗浄装置等の利用も可



(出典 国土交通省「国際海事機関(IMO)第58回海洋環境保護委員会(MEPC58)の審議結果について」平成20年10月14日報道発表資料)

\* 平成27年3月現在、我が国の海域において、指定海域(船舶からの大気汚染物質の排出について、一般海域より厳しい排出規制を行う海域(ECA))は、設定されていない。

中央環境審議会 大気・騒音振動部会 微小粒子状物質等専門委員会  
委員名簿

委員長	大原 利眞	独立行政法人国立環境研究所企画部フェロー
委員	河野 博子	株式会社読売新聞東京本社編集委員
〃	坂本 和彦	埼玉県環境科学国際センター総長
専門委員	飯田 訓正	慶應義塾大学理工学部システムデザイン工学科教授
〃	上野 広行	公益財団法人東京都環境公社東京都環境科学研究所調査研究科副参事研究員
〃	鵜野伊津志	九州大学応用力学研究所教授
〃	梶井 克純	京都大学大学院地球環境学堂教授
〃	金谷 有剛	独立行政法人海洋研究開発機構地球表層物質循環研究分野分野長代理
〃	釜谷 広志	電気事業連合会環境専門委員会副委員長（中部電力株式会社環境部長）
〃	柴田 芳昭	一般社団法人日本自動車工業会環境委員会地域環境部会ヘルスエフェクト ・クリーンエア分科会長
〃	田邊 潔	独立行政法人国立環境研究所環境計測研究センターフェロー
〃	中村 修	福岡県環境部副理事兼環境保全課長
〃	奈良 恒雄	一般社団法人日本化学工業協会 VOC 検討 SWG 主査
〃	畠山 史郎	東京農工大学大学院農学研究院教授
〃	井上 祥治	石油連盟技術環境安全部統括グループ長
〃	弓手 崇生	一般社団法人日本鉄鋼連盟環境保全委員会委員長

（平成 25 年 12 月現在）

\*河野博子委員は、平成 27 年 2 月 7 日任期満了につき退任

\*井上祥治委員は、平成 26 年 12 月 15 日から三浦安史委員（石油連盟技術環境安全部統括グループ長）に交代